

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-232469

(43)Date of publication of application : 19.08.1994

(51)Int.Cl.

H01L 41/09

(21)Application number : 05-040524

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 03.02.1993

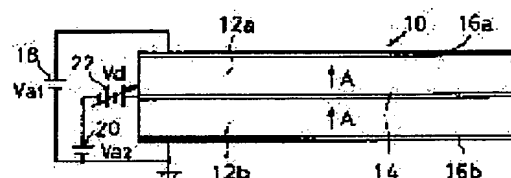
(72)Inventor : HAYASHI MASATAKE
SHIRATSUYU KOUSUKE
KIKKO TOSHIHIKO
TOMONO KUNISABURO

(54) DRIVING METHOD OF PIEZOELECTRIC ACTUATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To furnish a driving method of a piezoelectric actuator which enables improvement of the positioning precision of a minute voltage area, by using the actuator with the linearity of the relationship between an impression voltage and the amount of displacement made excellent, while maintaining low cost and keeping the whole of a system small in size.

CONSTITUTION: Bias voltages V_{a1} and V_{a2} are impressed on a piezoelectric actuator 10 comprising piezoelectric body bases 12a and 12b subjected to polarization. Then, a drive voltage V_d is impressed on the piezoelectric actuator 10 and thereby the piezoelectric body bases are bent. In other words, an electric energy is converted into a mechanical energy by the piezoelectric actuator 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.05.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-232469

(43)公開日 平成 6 年(1994) 8 月19日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 41/09

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9274-4M

H 0 1 L 41/ 08

T

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-40524

(22)出願日 平成 5 年(1993) 2 月 3 日

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神 2 丁目26番10号

(72)発明者 林 誠 剛

京都府長岡京市天神 2 丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 白 露 幸 祐

京都府長岡京市天神 2 丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 橋 高 敏 彦

京都府長岡京市天神 2 丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74)代理人 弁理士 岡田 全啓

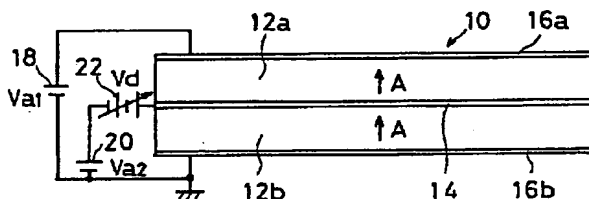
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電アクチュエータの駆動方法

(57)【要約】

【目的】 低コストを維持し、システム全体を小型にしたまま、印加電圧と変位置との関係の線形性を良好にして使用されることによって、微小電圧域の位置決め精度を向上させることができる圧電アクチュエータの駆動方法を提供する。

【構成】 分極処理された圧電体基板 1 2 a および 1 2 b を含む圧電アクチュエータ 1 0 にバイアス電圧 V_{a1} および V_{a2} を印加する。それから、圧電アクチュエータ 1 0 に駆動電圧 V_d を印加して、圧電体基板 1 2 を屈曲させる。すなわち、圧電アクチュエータ 1 0 によって、電気的エネルギーが機械的エネルギーに変換される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 分極処理された圧電体基板を含む圧電アクチュエータにバイアス電圧を印加する工程、および前記圧電アクチュエータに駆動電圧を印加して、前記圧電体基板を屈曲させる工程を含む、圧電アクチュエータの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は圧電アクチュエータの駆動方法に関し、特にたとえば、圧電効果を利用した多層型の圧電アクチュエータの駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 図10は従来の圧電アクチュエータの駆動方法の一例を示す図解図である。この圧電アクチュエータ1は、積層される2つの圧電体基板2aおよび2bを含む。圧電体基板2aおよび2bは、それぞれセラミックスで形成される。圧電体基板2aおよび2bには、それぞれ、図10に示す方向Aに分極処理が施されている。すなわち、圧電体基板2aおよび2bには、同じ厚み方向に分極処理が施されている。また、圧電体基板2aおよび2b間には、電極3が形成される。さらに、圧電体基板2aにおける電極3と反対側の主面には電極4aが形成され、圧電体基板2bにおける電極3と反対側の主面には電極4bが形成される。

【0003】 この圧電アクチュエータ1はパラレル型と呼ばれ、電極4aおよび電極3間と、電極4bおよび電極3間とに、それぞれ駆動電圧 V_d が印加されることによって、圧電体基板2aおよび2bがその厚み方向に屈曲する。このようにして、このパラレル型の圧電アクチュエータ1は駆動される。

【0004】 図11は従来の圧電アクチュエータの駆動方法の他の例を示す図解図である。この圧電アクチュエータ1では、圧電体基板2aには、図11に示す方向Aに、圧電体基板2bには、図11に示す方向Bに、それぞれ、分極処理が施されている。すなわち、圧電体基板2aおよび2bに、互いに逆方向に分極処理が施されている。

【0005】 この圧電アクチュエータ1はシリーズ型と呼ばれ、電極4aおよび4b間に、駆動電圧 V_d が印加されることによって、圧電体基板2aおよび2bがその厚み方向に屈曲する。このようにして、このシリーズ型の圧電アクチュエータ1は駆動される。

【0006】 これらの圧電アクチュエータでは、上記のように、電圧を印加することによって、厚み方向に屈曲変位が発生し、印加電圧の増大に伴って、変位量も単調に増加する。圧電アクチュエータのこうした効果を利用して、電氣的エネルギーを機械的エネルギーに変換して、微小位置決めやバルブ、シャッタなどの用途に用いられている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、圧電アクチュエータでは、一般的に、印加電圧と変位量との間に、完全な比例関係は成立しない。図12は従来の圧電アクチュエータの変位特性の一例を示すグラフである。図12の曲線(A)に示すように、パラレル型の圧電アクチュエータでは、印加電圧の増大とともに、変位量が2次関数的に増加する。また、図12の曲線(B)に示すように、シリーズ型の圧電アクチュエータでは、低電圧域や高電圧域で単位電圧当たりの変位の変化量は小さく、中電圧域で単位電圧当たりの変位の変化量は大きい。

【0008】 このように、パラレル型の圧電アクチュエータおよびシリーズ型の圧電アクチュエータは、ともに印加電圧と変位量との関係が非線形性を示すが、その非線形性の様子が異なる。その理由は、パラレル型の圧電アクチュエータでは、ある電圧値以上の電圧が印加されると、分極反転が生じて変化しなくなるためである。パラレル型の圧電アクチュエータにおいて分極反転が生じて変化しなくなる現象は、シリーズ型の圧電アクチュエータの中電圧域に相当する部分で起こる。そのため、パラレル型の圧電アクチュエータでは、印加電圧と変位量との関係は、2次関数的な曲線となる。

【0009】 ここで、微小の位置決めを精度よく行おうとする際に、上述の非線形性の大きな領域、すなわち低電圧域から中電圧域にかけての範囲において、変位の制御が困難であった。しかも、実使用においては、この変位の制御が困難な範囲を使用する場合が多かった。特にパラレル型の圧電アクチュエータにおいては、上述のように、抗電界強度に相当する電圧以上を印加すると、分極反転が生じ変位しなくなる。そのため、圧電アクチュエータの使用範囲は、ちょうど0Vから中電圧域にかけての最も非線形の大きな領域に限定されてしまう。

【0010】 この問題点は、圧電アクチュエータを回路に組み込むことによって補正することもできるが、コストが大幅に高くなり、システム全体が大型になってしまう。

【0011】 それゆえに、この発明の主たる目的は、低コストを維持し、システム全体を小型にしたまま、印加電圧と変位量との関係の線形性を良好にして使用することによって、微小電圧域の位置決め精度を向上させることができる圧電アクチュエータの駆動方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】 この発明は、分極処理された圧電体基板を含む圧電アクチュエータにバイアス電圧を印加する工程と、圧電アクチュエータに駆動電圧を印加して、圧電体基板を屈曲させる工程とを含むことを特徴とする、圧電アクチュエータの駆動方法に関するものである。

【0013】

【作用】圧電アクチュエータの変位特性においては、印加電圧と変位量との間に非線形性が存在するが、予めバイアス電圧を印加することによって、非線形性が小さくなるような範囲を用いることができる。また、セラミックスにおいては、分極方向と反対方向に抗電界強度以上に相当する電圧を印加すると分極反転を起こす。しかし、順分極方向にバイアス電圧を印加しておくことによって、分極反転を起こさない印加電圧の範囲が広がる。その結果、精度がよく変位量が大きな圧電アクチュエータを提供することができる。

【0014】

【発明の効果】この発明によれば、予めバイアス電圧を印加することによって、印加電圧と変位量との非線形性が小さくなり、印加できる電圧の範囲が広がる。そのため、特に変位量の補正回路などを用いることなく、精度がよく変位量が大きな圧電アクチュエータを提供することができる。すなわち、従来の圧電アクチュエータのもつ低コスト、小型などのメリットを失うことなく、圧電アクチュエータの変位特性の性能を著しく向上させることができる。

【0015】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0016】

【実施例】図1はこの発明の一実施例を示す図解図である。この圧電アクチュエータ10は、積層される2つの圧電体基板12aおよび12bを含む。圧電体基板12aおよび12bは、それぞれセラミックスで形成される。圧電体基板12aおよび12bには、それぞれ、図1に示す方向Aに分極処理が施されている。すなわち、圧電体基板12aおよび12bには、同じ厚み方向に分極処理が施されている。また、圧電体基板12aおよび12b間には、電極14が形成される。さらに、圧電体基板12aにおける電極14と反対側の主面には電極16aが形成され、圧電体基板12bにおける電極14と反対側の主面には電極16bが形成される。電極16aおよび16b間には、電源18が接続され、電極16bは接地される。電極14および電極16b間には、可変直流電源22および電源20が接続される。なお、電源18および電源20はバイアス電圧印加用であり、可変直流電源22は駆動電圧印加用である。

【0017】この圧電アクチュエータ10は、バイモルフアクチュエータであり、パラレル型と呼ばれ、電極16aおよび電極14間と、電極16bおよび電極14間とに、それぞれ駆動電圧が印加されることによって、圧電体基板12aおよび12bがその厚み方向に屈曲する。このようにして、このパラレル型の圧電アクチュエータ10は駆動される。

【0018】次に、この圧電アクチュエータ10の作製方法について説明する。

【0019】 $Pb(Ni, Nb)O_3$ を第3成分とした3成分系PZTの単板(30mm×5mm×0.2mm)を2枚もしくは3枚以上用意する。そして、各ユニットの両主面にAg電極ペーストを印刷塗布したのち、トンネル炉にて800℃で焼き付ける。これらのユニットについて、100℃のオイル中で600Vの電圧を30分間印加することによって、厚み方向に分極処理を行う。そののち、エポキシ樹脂を用いて、各ユニットどうしを接着し、貼り付けられたユニットの一端の電極部分にリード線をはんだ付けすることによって、圧電アクチュエータ10が作製される。

【0020】この実施例では、図1に示すように、圧電アクチュエータ10に駆動電圧 V_d が印加されるにあたり、電極16aおよび16b間に適当なバイアス電圧 V_{a1} が加えられ、電極14および電極16b間に適当なバイアス電圧 V_{a2} が加えられる。

【0021】以下に、バイアス電圧の選び方について述べる。

【0022】圧電体基板12aおよび12bに使用する材料について、図2に示すようなユニモルフ駆動での変位特性を測定する。そして、その測定結果から、最も線形性の高い領域や変位量が最も大きくなる領域など、その使用目的に合わせて、その領域の電圧値をバイアス電圧値として任意に選べばよい。電極16aおよび16bのそれぞれに印加されるバイアス電圧の絶対値は、異なっても何ら問題はない。また、印加されるバイアス電圧値の正負についても特に限定されるものではない。ただし、バイアス電圧によって圧電体基板12aおよび12b内に印加される電界の方向が分極方向と反対となる場合には、その電界が抗電界強度を超えないように、バイアス電圧値を選ばなければならない。

【0023】次に、圧電アクチュエータ10の変位特性の測定方法について説明する。

【0024】圧電アクチュエータ10において、リード線をはんだ付けした方の端が固定(ただし、有効長さ25mm)される。さらに、両最外の電極16aおよび16bにバイアス電圧が印加され、内部の電極14に周波数1Hzの交流電圧が印加されることによって、圧電アクチュエータ10は駆動される。そして、圧電アクチュエータ10における固定されていない方の端の先端変位が、非接触式光学変位計によって測定される。

【0025】この実施例で用いた圧電材料の抗電界強度は500V/mmであり、圧電 d_{31} 定数は300pC/N程度である。

【0026】図3はこの発明にかかる駆動方法および従来の駆動方法でそれぞれ駆動したときのパラレル型バイモルフアクチュエータの変位特性を示すグラフである。図3において、曲線(C)は、この発明にかかるパラレル型バイモルフアクチュエータで、バイアス電圧 $V_{a1} = -200V$ 、バイアス電圧 $V_{a2} = -100V$ のときの変

位特性を示す。また、曲線(D)は、従来のパラレル型バイモルフアクチュエータの変位特性を示す。さらに、曲線(E)は、この発明にかかるパラレル型バイモルフアクチュエータで、バイアス電圧 $V_{a1}=100V$ 、バイアス電圧 $V_{a2}=50V$ のときの変位特性を示す。

【0027】図3の曲線(C)から明らかなように、この発明にかかる駆動方法によれば、バイアス電圧値を適当に設定することによって、線形性が高く、最終到達変位量が大きなアクチュエータを得ることができる。また、図3の曲線(E)から明らかなように、使用目的によっては、最終到達変位量は小さいものの、小さい電圧でより大きく変位する圧電定数の大きなアクチュエータとすることもできる。

【0028】すなわち、電極16aおよび16b間に予めバイアス電圧を印加しておいた状態で駆動電圧を印加することによって、従来のように低電圧域で変位量が小さく、電圧値を大きくしていくにつれて、非線形的に変位量が大きくなるような変位特性ではなく、印加電圧に対する変位量の線形性を非常に高くすることができる。また、こうしたパラレル型の圧電アクチュエータでは、抗電界強度によって規定された印加電圧域を広くすることができ、大きな変位量が得られる。このように、この発明によれば、線形性が高く、大きな変位量を示す変位特性を有する圧電アクチュエータを提供することができる。

【0029】図4はこの発明の他の実施例を示す図解図である。この圧電アクチュエータ10では、圧電体基板12aには、図4に示す方向Aに、圧電体基板12bには、図4に示す方向Bに、それぞれ、分極処理が施されている。すなわち、圧電体基板12aおよび12bに、互いに逆方向に分極処理が施されている。電極16aおよび16b間には、可変直流電源22および電源18が接続され、端子16bは接地される。なお、電源18はバイアス電圧印加用であり、可変直流電源22は駆動電圧印加用である。

【0030】この圧電アクチュエータ10は、バイモルフアクチュエータであり、シリーズ型と呼ばれ、電極16aおよび16b間に、駆動電圧が印加されることによって、圧電体基板12aおよび12bがその厚み方向に屈曲する。このようにして、このシリーズ型の圧電アクチュエータ10は駆動される。

【0031】この実施例では、図4に示すように、圧電アクチュエータ10に駆動電圧 V_d が印加されるにあたり、電極16aおよび16b間に適当なバイアス電圧 V_{a1} が加えられる。

【0032】図5はこの発明にかかる駆動方法および従来の駆動方法でそれぞれ駆動したときのシリーズ型バイモルフアクチュエータの変位特性を示すグラフである。図5において、曲線(F)は、この発明にかかるシリーズ型バイモルフアクチュエータで、バイアス電圧 $V_{a1}=$

200Vのときの変位特性を示す。また、曲線(G)は、従来のシリーズ型バイモルフアクチュエータの変位特性を示す。

【0033】図5から明らかなように、シリーズ型の圧電アクチュエータでは、従来の駆動方法でも印加電圧の許容範囲は抗電界強度の制約を受けないため、パラレル型の圧電アクチュエータのように、この発明にかかる駆動方法によって、最終到達変位を大きくすることはできない。しかし、この発明にかかる駆動方法によれば、バイアス電圧値を適当に設定することによって、線形性が高いアクチュエータを得ることができる。

【0034】図6はこの発明のさらに他の実施例を示す図解図である。この実施例では、圧電アクチュエータ10は、積層される3つの圧電体基板12a、12bおよび12cを含む。圧電体基板12aおよび12cには、それぞれ、図6に示す方向Aに分極処理が施されている。すなわち、圧電体基板12aおよび12cには、同じ厚み方向に分極処理が施されている。また、圧電体基板12aおよび12b間には、電極14aが形成され、圧電体基板12bおよび12c間には、電極14bが形成される。さらに、圧電体基板12aにおける電極14aと反対側の主面には電極16aが形成され、圧電体基板12bにおける電極14bと反対側の主面には電極16bが形成される。電極16aおよび16b間には、電源18が接続され、電極16bは接地される。電極14aおよび電極14bと、電極16bとの間には、可変直流電源22および電源20が接続される。なお、電源18および電源20はバイアス電圧印加用であり、可変直流電源22は駆動電圧印加用である。

【0035】この圧電アクチュエータ10は、マルチモルフアクチュエータであり、パラレル型と呼ばれ、電極16aおよび電極14a間と、電極16bおよび電極14b間とに、それぞれ駆動電圧が印加されることによって、圧電体基板12aおよび12cがその厚み方向に屈曲する。このようにして、このパラレル型の圧電アクチュエータ10は駆動される。

【0036】この実施例では、図6に示すように、圧電アクチュエータ10に駆動電圧 V_d が印加されるにあたり、電極16aおよび16b間に適当なバイアス電圧 V_{a1} が加えられ、電極14aおよび電極16b間に適当なバイアス電圧 V_{a2} が加えられる。

【0037】図7は図6に示す実施例の変形例を示す図解図である。この圧電アクチュエータ10では、圧電体基板12aには、図7に示す方向Aに、圧電体基板12cには、図7に示す方向Bに、それぞれ、分極処理が施されている。すなわち、圧電体基板12aおよび12cに、互いに逆方向に分極処理が施されている。電極16aおよび16b間には、可変直流電源22および電源18が接続され、電極16bは接地される。また、電極14aおよび14bは接続される。

【0038】この圧電アクチュエータ10は、マルチモルフアクチュエータであり、シリーズ型と呼ばれ、電極16aおよび16b間に、駆動電圧が印加されることによって、圧電体基板12aおよび12cがその厚み方向に屈曲する。このようにして、このシリーズ型の圧電アクチュエータ10は駆動される。

【0039】この実施例では、図7に示すように、圧電アクチュエータ10に駆動電圧 V_d が印加されるにあたり、電極16aおよび16b間に適当なバイアス電圧 V_{a1} が加えられる。

【0040】図6に示す実施例および図7に示す実施例のような3層のマルチモルフアクチュエータにおいても、図1に示す実施例および図4に示す実施例のようなバイモルフアクチュエータと同様の結果が得られる。また、4層以上の圧電アクチュエータにおいても、図1に示す実施例および図4に示す実施例のようなバイモルフアクチュエータと同様の結果が得られる。

【0041】図8はこの発明の別の実施例を示す図解図である。この実施例では、圧電体基板12aおよび12b間に、シム24が形成される。この実施例のように、図1に示す実施例における電極14の代わりに、シム24を用いてもよい。

【0042】図9はこの発明のさらに別の実施例を示す図解図である。この圧電アクチュエータ10では、圧電体基板12bに、図9に示す方向Aに分極処理が施されている。電極14および電極16b間には、可変直流電源22および電源18が接続され、電極16bは接地される。なお、電源18はバイアス電圧印加用であり、可変直流電源22は駆動電圧印加用である。

【0043】この圧電アクチュエータ10は、ユニモルフアクチュエータであり、電極14aおよび16b間に、駆動電圧が印加されることによって、圧電体基板12bがその厚み方向に屈曲する。このようにして、この圧電アクチュエータ10は駆動される。

【0044】図9に示す実施例のようなユニモルフアクチュエータにおいても、通常は0Vとしておく電極14aに正のバイアス電圧 V_{a1} を適当に印加しておくことによって、駆動電圧 V_d に対する変位量の線形性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す図解図である。

【図2】圧電体基板に使用する材料についてのユニモルフ駆動での変位特性を示すグラフである。

【図3】この発明にかかる駆動方法および従来の駆動方法でそれぞれ駆動したときのパラレル型バイモルフアクチュエータの変位特性を示すグラフである。

【図4】この発明の他の実施例を示す図解図である。

【図5】この発明にかかる駆動方法および従来の駆動方法でそれぞれ駆動したときのシリーズ型バイモルフアクチュエータの変位特性を示すグラフである。

【図6】この発明のさらに他の実施例を示す図解図である。

【図7】図6に示す実施例の変形例を示す図解図である。

【図8】この発明の別の実施例を示す図解図である。

【図9】この発明のさらに別の実施例を示す図解図である。

【図10】従来の圧電アクチュエータの駆動方法の一例を示す図解図である。

【図11】従来の圧電アクチュエータの駆動方法の他の例を示す図解図である。

【図12】従来の圧電アクチュエータの変位特性の一例を示すグラフである。

【符号の説明】

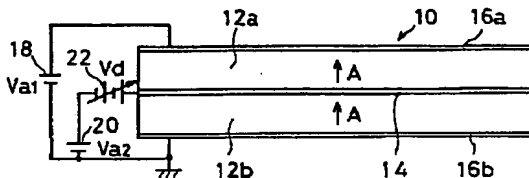
10 圧電アクチュエータ

12a, 12b, 12c 圧電体基板

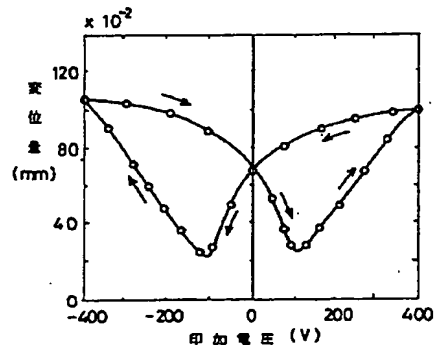
V_d 駆動電圧

V_{a1} , V_{a2} バイアス電圧

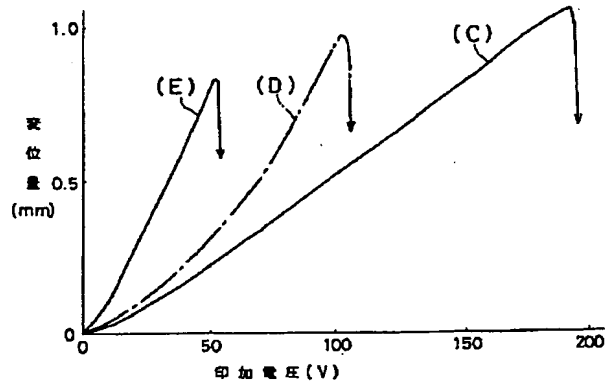
【図1】



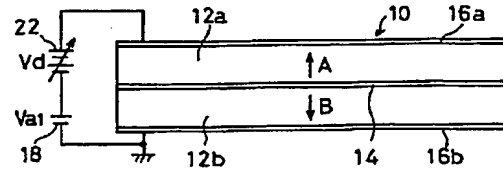
【図2】



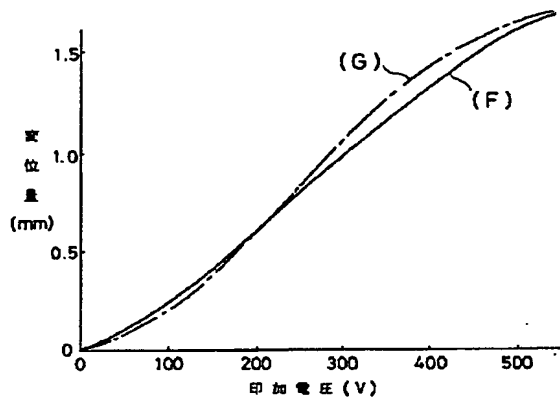
【図3】



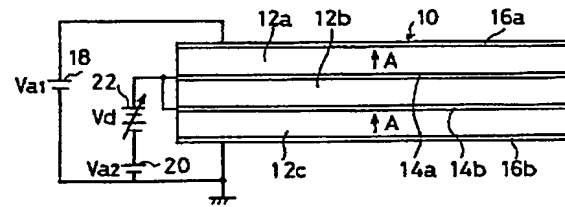
【図4】



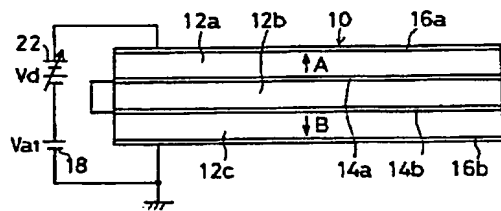
【図5】



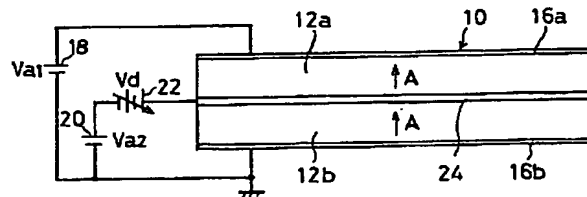
【図6】



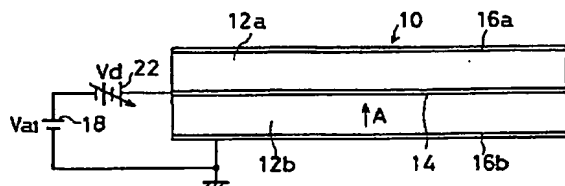
【図7】



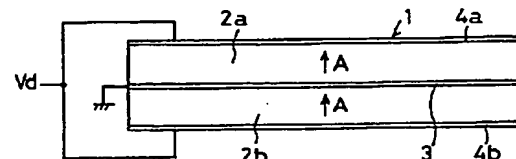
【図8】



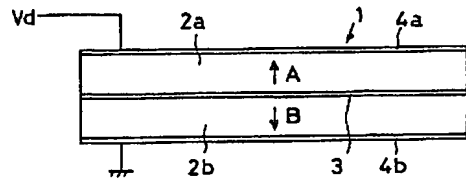
【図9】



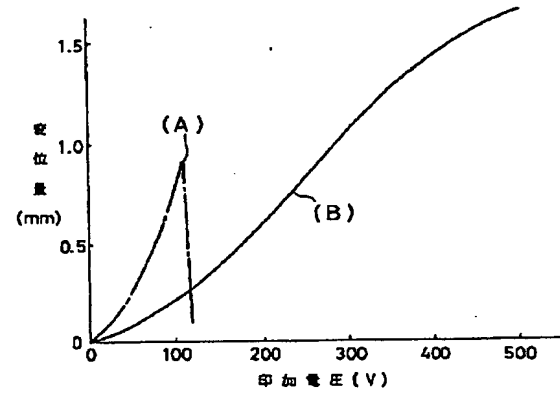
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 伴 野 国 三 郎
 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式
 会社村田製作所内